

Секция 3.

Обеспечение комплексной безопасности зданий и сооружений в современном строительстве

*Машкин Олег Владимирович,
Бессонова Ольга Александровна*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 4D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ

*Mashkin O.,
Bessonova O.*


APPLICATION MODELING TECHNOLOGY 4D FOR SAFETY IMPROVEMENT IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS

o.v.mashkin@urfu.ru

bess@spen.ru

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия

23-24 апреля 2014 года
Екатеринбург



В статье рассмотрено использование 4D-моделирования и программного обеспечения Autodesk Navisworks и Synchro, которое обеспечивает существенное повышение качества организационно-технологических решений за счет высокой точности пространственно-временной координации работ и предоставляет широкие возможности анализа. Autodesk Navisworks и Synchro увязывают трехмерную модель строящегося объекта с календарно-сетевым графиком выполнения работ и позволяют моделировать использование рабочих зон, размещение кранового хозяйства, внутриплощадочных складов и транспортных потоков. Эффективность подхода 4D и соответствующего программного обеспечения проиллюстрирована на примере проекта гражданского строительства.

In the article the usage of the 4D-modeling and the Autodesk Navisworks and Synchro software, which provides a substantial quality growth in the organizational and technological solutions due to the high accuracy of spatio-temporal work coordination, and provides large-scale possibilities in the analysis, is viewed. Autodesk Navisworks and Synchro coordinate the 3D model of the building object with the calendar-network schedule chart and allow to model the usage of working areas, placement of the crane equipment, inside-areal storehouses and traffic streams. The efficiency of the 4D approach and the appropriate software is shown on the example of the civilian construction project.

Ключевые слова: 4D-моделирование, Nemetschek Allplan, Synchro, Autodesk Navisworks, проект

Keywords: 4D modeling, Nemetschek Allplan, Synchro, Autodesk Navisworks, Project.

В жизненном цикле любого строительного объекта проектирование – это первый и очень важный этап. От него зависит правильность строительства, монтажа, безопасность и экономическая целесообразность принимаемых проектных решений.

Современные строительные площадки представляют собой высокомеханизированное производство с организацией поточного процесса выполнения работ, в котором участвует множество специализированных строительно-монтажных организаций, и широко применяется специализированная техника. Все эти обстоятельства создают при строительстве опасные зоны, требующие особого режима. Для соблюдения правил техники безопасности работы по возведению здания необходимо выполнять разработанному проекту производства работ (ППР). В таком проекте даются подробные организационные и технические решения по безопасному выполнению строительно-монтажных работ.

Для реализации современных строительных проектов на конкурентоспособном уровне необходимы навыки владения технологиями организационного моделирования и управления, а именно создания визуальной модели организации строительства (4D-модель).

Если 3D-модель здания основывается на физических измерениях объекта, то в 4D-модели к ним добавляется еще один параметр – время – в виде календарно- сетевого графика (так называемой диаграммы Ганта).

4D-модель позволяет сконструировать виртуальный объект и наблюдать за его развитием в пространстве и во времени, отслеживать его состояние на всех этапах строительства. После этого виртуальная модель реализовывается на строительной площадке.

4D модель – это результат интеграции календарно-сетевого графика, разработанного, например, в MS Project или Oracle Primavera, с трехмерной моделью объекта.

Для создания трехмерной модели здания могут использоваться различные системы автоматизированного проектирования (САПР), например: Nemetschek Allplan, ArchiCAD, AutoCAD Architecture и др., а для создания календарно-сетевого графика применяют системы управления проектами (MS Project, Oracle Primavera, Asta Powerproject и др.), в основу которых положены методы сетевого планирования и расчета критического пути.

При разработке традиционных календарных планов в указанных системах не учитываются конструктивные особенности строительных объектов, что приводит к ошибкам планирования. Для исключения этого недостатка используются 4D-модели строительных объектов.

Использование 4D-модели позволяет решить следующие задачи:

- визуализация процесса строительства и возможность увидеть виртуальную строительную площадку в любой момент времени;
- моделирование использования рабочих зон, внутриплощадочных складов и транспортных потоков;
- размещение грузоподъемных механизмов;
- улучшение взаимодействия участников проекта;
- проверка календарно-сетевого графика на корректность принятых организационно-технологических решений: анимация строительства выявляет коллизии (то есть недопустимые пересечения элементов модели друг с другом и нахождения элементов модели в опасной близости друг от друга) в технологии, благодаря увязке элементов 3D-модели и работ графика;
- оптимизировать использование имеющихся ресурсов;
- сформировать видеоотчеты для руководства о ходе выполнения работ на стройплощадке по визуальной модели.

Для решения поставленной задачи в Уральском федеральном университете на кафедре Строительного производства и экспертизы недвижимости была опробована технология 4D-проектирования на примере возведения 27-этажного жилого дома (1 пусковой комплекс) в составе комплекса на перекрестке ул. Маяковского – пер. Трамвайный в Железнодорожном районе г. Екатеринбурга (жилой квартал «Малевич»).

Строительная площадка характеризовалась стесненными условиями и главной задачей проектирования являлось обеспечение безопасности при производстве работ. Стесненные условия на строительной площадке характеризовались наличием следующих факторов:

- интенсивное движение городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места работ;
- разветвленная сеть существующих подземных коммуникаций, подлежащих перекладке;
- стесненные условия при складировании материалов;
- проектом организации строительства предусмотрено ограничение поворота стрелы башенного крана.

При разработке ППР интеграция разработанного в Microsoft Project 2013 календарно-сетевого графика с трехмерной моделью объекта, сформированной в САПР Nemetschek Allplan 2013, производилась в системе Autodesk Navisworks.

Передача несущих элементов трехмерной модели из Allplan в Autodesk Navisworks производилась через формат Industry Foundation Classes (IFC), а ненесущих элементов и макросов – через формат 3DS.

Система Nemetschek Allplan 2013 позволяет создать 3D-модель всего здания, благодаря чему участники строительства получают более целостную картину конечного результата по сравнению с традиционными двухмерными чертежами. Созданная модель позволяет оценить реальную картину здания и всех его систем уже на этапе проектирования, и проектировщики могут проверить, подходит ли выбранное оборудование для помещений, где их планируется установить. Кроме того BIM-проекты предоставляют больше возможностей для сотрудничества между различными участниками проекта, и поэтому проектировщикам легче принимать во внимание конструкционные решения здания и избегать пересечений между различными системами. Это экономит время и деньги на этапе строительства, так как позволяет смоделировать и протестировать работу инженерных решений еще до начала фактического строительства.

Остановимся на кратком обзоре программных продуктов реализующих идеологию 4D-моделирования. В ходе проведенного исследования были найдены три программных продукта реализующих технологию 4D-проектирования:

- Synchro Professional;
- Autodesk Navisworks;
- Bentley ConstructSim.

Следует отметить, что у компаний Synchro Ltd. и Autodesk существуют университетские программы, к которым вузы могут бесплатно присоединиться и использовать лицензионное программное обеспечение, кроме того у Autodesk имеется возможность получить

студенческие версии программного обеспечения для использования на домашних компьютерах.

Поэтому в качестве основной для использования в учебном проектировании была выбрана программа Autodesk Navisworks.

Выпускная квалификационная работа по специальности «Промышленное и гражданское строительство», состоит из следующих основных разделов: вариантное проектирование принимаемых решений, архитектурно-строительная часть; расчетно-конструктивная часть; основания и фундаменты; технология и организация строительства, научно-исследовательская часть; сметная документация, безопасность жизнедеятельности, экология.

Визуализация процесса строительства выполнялась в рамках трех разделов: «Технология и организация строительства» «Безопасность жизнедеятельности» и «Научно-исследовательская часть».

На первом этапе визуализации строительства была создана трехмерная модель жилого дома (рис. 1) и прилегающей строительной площадки в Allplan, которая позволила:

- подготовить строительные чертежи необходимые для раздела «Архитектурно-строительная часть» - фасад, планы этажей, разрезы.
- определить объемы строительных работ, необходимых для составления сметной документации.

Трехмерная модель здания была привязана к местным условиям строительства с помощью Google Earth (рис. 1), для демонстрации объекта вместе с окружающей местностью.



Рис. 1. Привязка трехмерной модели 27-этажного жилого дома на местности (ул. Маяковского–Трамвайный в Железнодорожном районе г. Екатеринбурга)



Рис. 2. Процесс визуализации строительства здания

На втором этапе был разработан календарный план строительства в программе Microsoft Project. Календарный план включал в себя более 300 работ.

На третьем этапе выполнялась привязка элементов трехмерной модели здания к работам календарного графика в программном комплексе Autodesk Navisworks (рис. 2) и моделирование процесса возведения здания на основе календарно-сетевой модели.

В информационную модель (рис. 2) были включены элементы строительной площадки: башенный кран, склады, дороги, ограждение площадки и др.

Построенная модель позволила визуально отследить все ошибки планирования, моделируя процесс строительства во времени.

Визуальная модель строительства жилого дома, в рамках выполненной работы, позволила решить следующие задачи:

- разработать график производства работ, скоординированный во времени и пространстве;
- проверить выполнимость организационно-технологических решений, выявить коллизии и найти решения по их устранению;
- оптимизировать использование ресурсов проекта (кадровых и материальных);
- сократить планируемую продолжительность строительства за счет оптимизации организационно-технологических решений и логистики на строительной площадке;
- построить видеофрагмент строительства здания для защиты выпускной работы.

Подводя итоги первого опыта применения технологии визуализации строительства в университете, можно выявить следующие достоинства и недостатки:

К достоинствам следует отнести:

- большая наглядность в представлении объекта, при проектировании и защите проекта;
- минимизация количества ошибок при проектировании и строительстве;
- повышение уровня безопасности выполнения работ для исполнителей;
- поддержка параметризации (при изменении одного элемента, меняются все элементы, которые с ним взаимодействуют);
- возможность формирования 2D-чертежей по трехмерной модели;
- возможность проверки трехмерной модели на наличие коллизий.

К недостаткам можно отнести:

- относительно высокую трудоемкость подготовки трехмерной модели;
- высокая стоимость программных продуктов реализующих идеологию 4D-моделирования, например, стоимость одной лицензии Synchro Professional составляет 8500\$;
- отсутствие учебной литературы по данному направлению.

В заключении отметим, что технология визуального планирования существенно улучшает понимание участников строительства в области организации и обеспечения безопасности работ на строительной площадке.

Визуальные модели позволяют по-новому взглянуть на организационно-технологический процесс строительства, а именно:

- научиться работать с трехмерной моделью строящегося объекта, совмещённой с календарно-сетевым графиком выполнения работ;
- понять результаты выполнения каждой из работ, увидеть площадку с высоты птичьего полета в любой момент времени и из любой точки пространства.

В связи с этим, технология построения визуальной модели строительства рекомендуется для применения при разработке организационно-технологической документации, а также для изучения студентами старших курсов строительных вузов.

Библиографический список

1. Некрасов А.В., Срыбных М.А. Allplan 2009. Первый проект от эскиза до презентации: Электронное учебное издание. – Екатеринбург: ООО Фирма «Уралкомплект – наука», 2009. - 232 с.
2. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник для строительных вузов. – 5-е изд. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 608 с.
3. Группа компаний ПМСОФТ URL: <http://www.pmssoft.ru/>.
4. Компания ООО «АйБИМ» URL: <http://bim-info.com/>.